

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

<b>Codi</b>	34245
<b>Nom</b>	Termodinàmica
<b>Cicle</b>	Grau
<b>Crèdits ECTS</b>	7.5
<b>Curs acadèmic</b>	2022 - 2023

**Titulació/titulacions**

<b>Titulació</b>	<b>Centre</b>	<b>Curs</b>	<b>Període</b>
1105 - Grau en Física	Facultat de Física	2	Primer quadrimestre
1928 - Programa Doble Grau en Física-Matemàtiques	Doble Grau en Física i Matemàtiques	2	Primer quadrimestre
1929 - Programa de doble Grau Física-Química	Doble Grau en Física i Química	2	Primer quadrimestre

**Matèries**

<b>Titulació</b>	<b>Matèria</b>	<b>Caràcter</b>
1105 - Grau en Física	7 - Termodinàmica i Física Estadística	Obligatòria
1928 - Programa Doble Grau en Física-Matemàtiques	2 - Segon Curs (Obligatori)	Obligatòria
1929 - Programa de doble Grau Física-Química	2 - Segon Curs (Obligatori)	Obligatòria

**Coordinació**

<b>Nom</b>	<b>Departament</b>
GARCIA MORALES, VLADIMIR	345 - Física de la Terra i Termodinàmica
MANZANARES ANDREU, JOSE ANTONIO	345 - Física de la Terra i Termodinàmica

**RESUM**



L'assignatura Termodinàmica és una matèria obligatòria de 7,5 ECTS. Atés que els conceptes i mètodes de la termodinàmica són aplicables a sistemes macroscòpics de qualsevol naturalesa, l'assignatura guarda una estreta relació amb moltes altres assignatures de la titulació, si bé destaca la seua complementaritat amb el Laboratori de Termodinàmica i amb Física Estadística. També és bàsica per al desenvolupament de l'assignatura Física de l'Atmosfera.

## **CONEIXEMENTS PREVIS**

### **Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació**

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

### **Altres tipus de requisits**

Càlcul diferencial de varies variables. Càlcul integral d'una variable. Unitats físiques i ordres de magnitud de quantitat de matèria, densitat, energia, temperatura, ... Concepte d'energia. Conceptes bàsics sobre elasticitat en sistemes unidimensionals. Coneixements bàsics d'electromagnetisme en mitjans materials.

## **COMPETÈNCIES (RD 1393/2007) // RESULTATS DE L'APRENENTATGE (RD 822/2021)**

### **1105 - Grau en Física**

- Posseir i comprendre els fonaments de la física en els aspectes teòrics i experimentals, així com el bagatge matemàtic necessari per a la seua formulació.
- Saber aplicar els coneixements adquirits a l'activitat professional, saber resoldre problemes i elaborar i defensar arguments, recolzant-se en els dits coneixements.
- Resolució de problemes: ser capaç d'avaluar clarament els ordres de magnitud, de desenvolupar una percepció de les situacions que són físicament diferents però que mostren analogies, per permetre, doncs, l'ús de solucions conegudes a problemes nous.
- Comprensió teòrica de fenòmens físics: tenir una bona comprensió de les teories físiques més importants (estructura lògica i matemàtica, suport experimental, fenòmens físics descrits).
- Destreses matemàtiques: comprendre i dominar l'ús dels mètodes matemàtics i numèrics utilitzats més comunament.
- Modelització i resolució de problemes: ser capaç d'identificar els elements essencials d'un procés/situació i d'establir-ne un model de treball. Ser capaç de realitzar les aproximacions requerides amb l'objecte de reduir un problema fins a un nivell manejable. Pensament crític per construir models físics.
- Investigació bàsica i aplicada: adquirir una comprensió de la naturalesa de la investigació física, de les formes en què es du a terme, i de com la investigació en física és aplicable a molts camps diferents, per exemple l'enginyeria; habilitat per dissenyar procediments experimentals i/o teòrics per:  
(i) resoldre els problemes corrents en la investigació acadèmica o industrial; (ii) millorar els resultats existents.



- Destreses generals i específiques en llengües estrangeres: haver millorat el domini de l'anglès (o d'una altra llengua estrangera d'interès) mitjançant: accés a bibliografia fonamental, comunicació oral i escrita (anglès científicotècnic), cursos, estudis a l'estranger, reconeixement de crèdits en universitats estrangeres etc.
- Capacitat d'aprenentatge: ser capaç d'iniciar-se en nous camps de la física i de la ciència i la tecnologia en general, a través de l'estudi independent.
- Comunicació oral i escrita: ser capaç de transmetre informació, idees, problemes i solucions mitjançant l'argumentació i el raonament propis de l'activitat científica, utilitzant els conceptes i les eines bàsiques de la física.
- Que els estudiants hagen demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé descansa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.
- Que els estudiants sàpien aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i posseïsquen les competències que solen demostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seua àrea d'estudi.
- Que els estudiants tinguen la capacitat d'arreplegar i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seua àrea d'estudi) per emetre judicis que incloguen una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
- Que els estudiants puguen transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- Que els estudiants hagen desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

## **RESULTATS D'APRENTATGE (RD 1393/2007) // SENSE CONTINGUT (RD 822/2021)**

Formació fonamental sobre la influència del moviment tèrmic en l'evolució dels sistemes macroscòpics (postulats de la termodinàmica). Comprensió de conceptes físics tals com a energia interna, entropia, temperatura, potencials termodinàmics, relació termodinàmica fonamental, reversibilitat, etc. Mètodes de la termodinàmica: deducció de relacions termodinàmiques, ús de diferents representacions (entròpica, Gibbs, Helmholtz, ...), diagrames termodinàmics, etc. Desenvolupament de la capacitat d'aplicació d'aquests conceptes i mètodes a diversos sistemes físics. Es pretén així mateix donar a conèixer les tècniques experimentals amb les quals s'observen les diferents magnituds termodinàmiques.

## **DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS**



## 1. Introducció a la Termodinàmica

Sistemes termodinàmics i les seues interaccions. Principi general. Magnituds d'estat extensives i intensives. Principi zero. Energia interna. Variables independents i funcions d'estat. Fenòmens de naturalesa termodinàmica.

## 2. Els principis de la Termodinàmica

Processos termodinàmics. Treball. Primer principi. Calor. Capacitat tèrmica. Entropia d'un gas perfecte. Segon principi. Producció d'entropia en alguns processos irreversibles. Tercer principi.

## 3. Les equacions de Gibbs, Euler i Gibbs-Duhem

Equació de Gibbs. Condicions d'equilibri. Equació d'Euler i Gibbs-Duhem. Càlcul diferencial en termodinàmica. Coeficients energètics i tèrmics. Relacions de Maxwell. Les condicions d'estabilitat termodinàmica.

## 4. Potencials termodinàmics

Formulació del segon principi segons les lligadures imposades al sistema. Representacions termodinàmiques. Equacions de Gibbs-Helmholtz. Teorema de treball màxim. Exergia

## 5. Termodinàmica estadística aplicada a l'estudi d'alguns sistemes

Equació de Boltzmann. Gas de xarxa. Radiació tèrmica. Sòlid cristal·lí. Capacitat calorífica de gasos di- i poliatòmics. Gasos ideals quàntics.

## 6. Gasos i mescles gasoses

Equacions d'estat dels gasos reals. Fugacitat. L'expansió de Joule-Thomson. Mescles gasoses.

## 7. Transicions de fase

Diagrama de fases p-v-T d'una substància pura. Transicions de fase discontinües. Estat mitjà d'un sistema bifàsic. L'equació de Clausius-Clapeyron. Diagrama de fases  $\mu$ -p-T. Transicions de fase contínues. Transicions de fase magnètiques

## 8. Termodinàmica de fils elàstics

Descripció termodinàmica de fils elàstics. Fil elàstic ideal. Elasticitat del cautxú. Fils amb memòria de forma.



## 9. Mescles i dissolucions

Mescles binàries. Activitat. Magituds de mescla i d'excés. Propietats col·ligatives de les dissolucions diluïdes. Equilibri líquid-vapor a T constant. Equilibri entre fases de mescles binàries a p constant. Regla de les fases de Gibbs. Propietats molars parcials.

## 10. Termodinàmica d'interfases

Magnituds d'excés interfacials. Equació de Young-Laplace. Sistemes interfacials monocomponents. Equació de Kelvin. Equació de Gibbs-Thomson-Freundlich. Nucleació homogènea. Sistemes interfacials binaris. Equació d'adsorció de Gibbs. Nanotermodinàmica.

## 11. Equilibri químic

Equilibri químic en fase gasosa. Equilibri químic en una dissolució. Processos electroquímics.

## 12. Termodinàmica dels processos irreversibles

Termodinàmica de sistemes continus. Processos de transport. Producció local d'entropia. Conducció de la calor. Processos termoelèctrics. Equacions de balanç i de conservació.

## VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	60,00	100
Tutories reglades	15,00	100
Elaboració de treballs individuals	3,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	45,00	0
Preparació de classes de teoria	28,50	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	36,00	0
<b>TOTAL</b>	<b>187,50</b>	

## METODOLOGIA DOCENT

En les classes teòriques es desenvolupa el temari planificat emprant tant la pissarra com el videoprojector. La matèria es presenta amb un desenvolupament lògic, rigorós i ben estructurat que es transmet a l'estudiant perquè aquest acabe per fer-ho propi i abast així un domini de la matèria amb el qual poder afrontar amb seguretat l'estudi dels sistemes físics macroscòpics.

Els estudiants disposaran de les transparències emprades en classe pel professor, a partir de les quals hauran de preparar-se per a obtenir un màxim aprofitament de les classes teòriques. Es recomana la lectura de la bibliografia complementària. En aquestes classes es realitzaran, quan resulte



convenient, preguntes encaminades a fomentar la interacció professor-estudiants i facilitar que aquests identifiquen i aclarisquen els conceptes de major dificultat.

Les classes de treballs tutelats es destinaran fonamentalment a la realització de problemes per part dels estudiants. Després d'una orientació inicial del professor, hauran de resoldre'ls a nivell individual o en grup, podent sol·licitar en qualsevol moment l'ajuda del professor. A més dels problemes treballats en classe, els llibres recomanats arpleguen una àmplia col·lecció de problemes que es recomana treballar.

En les tutories es podran aclarir dubtes sobre els conceptes explicats en classe i sol·licitar ajuda per a la resolució de problemes.

## AVALUACIÓ

L'aprenentatge s'avaluarà mitjançant un examen escrit (qualificació EE, entre 0 i 10) i una avaluació contínua (qualificació EC, entre 0 i 10) a través de exercicis proposats en les classes teòric-pràctiques i de treballs tutelats.

Si  $EE \geq 3.5$  i  $EC \geq 3.5$ , la qualificació final F (entre 0 i 10) és  $F = EE + 0.2EC [1 - (EE/10)^3]$ .

Si  $3.5 > EE$  o  $3.5 > EC$ , llavors  $F = EE$ . El requisit per a superar l'assignatura és  $F \geq 5$ .

Cada examen escrit està format d'una part de teoria (pes 60 %) i una altra de problemes (40 %). La part de teoria consta de quatre qüestions de tipus conceptual-pràctic (resolució d'algun exercici), conceptual-teòric o numèric (que requereix conèixer les conversions d'unitats i els ordres de magnitud típics) que s'han de resoldre sense anotacions de classe ni llibres, només calculadora. La part de problemes consta de dos problemes, i es podrà usar un formulari d'ús personal, engrapat i amb una extensió màxima de 5 pàgines a doble cara o 10 pàgines per una cara, que només pot contenir equacions.

## REFERÈNCIES

### Bàsiques

- Carrington, G. Basic Thermodynamics, Oxford U. P., Oxford, 1996.
- Fernández Pineda, C.; Velasco, S. Termodinàmica, Ed. Univ. Ramón Areces, Madrid, 2009.



### **Complementàries**

- Velasco, S.; Fernández Pineda, C. Problemas de Termodinàmica, Ed. Univ. Ramón Areces, Madrid, 2010.
- Pellicer, J.; Manzanares, J. A. 100 Problemas de Termodinàmica, Alianza Editorial, Madrid, 1996.
- Pellicer, J.; Mafé, S. Cuestiones de Termodinàmica, Alhambra Universidad, Madrid, 1989.
- Pellicer, J.; Tejerina, F. Problemas de Termodinàmica con soluciones programadas, Universidad de Valladolid, Valladolid, 1997.
- Zamora, M.; Termo, Vols. 1 y 2 (problemas), Secr. Publ. Univ. Sevilla, Sevilla, 1998.
- Skacej, G.; Zihel, P.; Solved Problems in Thermodynamics and Statistical Physics, Springer, Cham, 2019.
- Pitzer, K. S.; Thermodynamics, McGraw-Hill, New York, 1995.
- Callen, H.B.; Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics, Wiley, New York, 1985.